

# SOUND ENCODING METHOD, DECODING METHOD, ENCODING DEVICE, DECODING DEVICE, ENCODING PROGRAM, AND DECODING PROGRAM

Publication number: JP2003241799 (A)

Publication date: 2003-08-29

Inventor(s): JIN AKIO; MORIYA TAKEHIRO; IKEDA KAZUNAGA; MORI TAKESHI

Applicant(s): NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE

Classification:

- International: **G10L19/02; G10L13/00; G10L19/00; H04J3/16; G10L13/00; G10L19/00; H04J3/16;**  
(IPC1-7): G10L19/02; G10L13/00; G10L19/00; H04J3/16

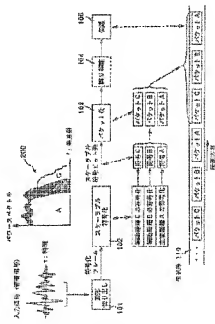
- European:

Application number: JP20020039203 20020215

Priority number(s): JP20020039203 20020215

## Abstract of JP 2003241799 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a sound encoding method which applies scalable encoding and suppresses sound quality deterioration even in a state wherein a packet loss is generated. ; **SOLUTION:** Waveforms are cut out of an input sound signal at specified time intervals (step 101) and a scalable encoding is carried out (step 102) to obtain a code bit array A from a 1st band (principal layer A), a code bit array B from a 2nd band (auxiliary layer B) including encoding errors of the 1st band, and a code bit array C from a 3rd band (auxiliary layer C) including encoding errors up to the 2nd band. Those code bits are packetized into packets which are independent by layers (step 103). Error protection is carried out when needed so that the priority of the 1st band side becomes higher (step S104) and then the packets are transmitted (step 105). ; COPYRIGHT: (C)2003,JPO



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

[0036] FIG.5 shows a specific configuration of an acoustic coder used when  $N=3$ , that is, when three-layer scalable coding is performed in the aforementioned example. Here, suppose a first band (band of main layer A) is set in correspondence with a main acoustic band, a second band (band of auxiliary layer B) which is wider than the first band is set so as to include the first band and a third band (band of auxiliary layer C) which is wider than the second band is set so as to include the second band.

FIG.5

INPUT SIGNAL

21 EXTRACTION SECTION

22, 25, 30 BAND EXTRACTION SECTION

LAYER A

LAYER B

LAYER C

23, 27, 32 CODER

24, 28 DECODER

33, 34, 35 PACKETIZER

36, 37, 38 ERROR PROTECTION SECTION

39 ERROR PROTECTION CONTROL SECTION

40 MULTIPLEXING SECTION

#5 TO TRANSMISSION PATH

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別符号	F I	アコード <sup>*</sup> (参考)
G 1 0 L 19/02		H 0 4 J 3/16	A 5 D 0 4 0
13/00		C 1 0 L 7/04	C 5 K 0 2 8
19/00		9/18	A
H 0 4 J 3/16		3/00	M
			F

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-30203(P2002-30203)

(22) 出願日 平成14年2月15日 (2002.2.15)

(71) 出願人 000004298

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 神 明夫

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 II

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 守谷 健弘

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 II

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100068328

弁理士 金田 健之 (外1名)

最真頁に続く

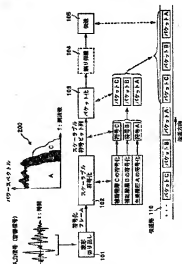
(54) 【発明の名称】 音響符号化方法、復号化方法、符号化装置、復号化装置及び符号化プログラム、復号化プログラム

A

(57) 【要約】

【課題】 スケラブル符号化を適用するとともに、パケット損失が発生するような状況においても音質劣化が抑制される音響符号化方法を提供する。

【解決手段】 入力音響信号から所定の時間間隔で波形を切り出し(ステップ101)、スケラブル符号化を実行し(ステップ102)。第1の帯域(主要階層A)からの符号ビット列A、第1の帯域における符号化誤差を含む第2の帯域(補助階層B)からの符号ビット列B、第2の帯域までの符号化誤差を含む第3の帯域(補助階層C)からの符号ビット列Cを得る。これらの符号ビットを、各階層ごとに独立したパケットとなるように、パケット化する(ステップ103)。必要に応じて、第1の帯域側の優先度が高くなるように誤り保護を行った上で(ステップ104)、パケットを伝送する(ステップ105)。



【符号化の範囲】

【請求項1】 音響信号を符号化して伝送する音響符号化方法であって、

入力する音響信号に対してスケラブル符号化を行い、前記スケラブル符号化における各階層ごとに得られた符号をパケット化し、

前記各階層のパケットを配信する、音響符号化方法、

【請求項2】 重要度の高い階層のパケットほど優先度が高くなるように誤り保護処理を行ってから前記各階層のパケットを配信する、請求項1に記載の音響符号化方法、

【請求項3】 音響信号を $N$  ( $N$ は2以上の整数)個の帯域ごとに符号化する音響符号化方法であって、

$i$ を2以上 $N$ 以下の各整数として、第 $i$ の帯域は第 $i-1$ の帯域を含み、

前記音響信号の第1の帯域の成分信号を抽出する第1の抽出過程と、

前記第1の帯域の成分信号を符号化して第1の符号を求める第1の符号化過程と、

第1乃至第 $i-1$ の符号に基づいて第 $i-1$ の帯域の復号信号を求める第 $i-1$ の復号過程と、

前記音響信号の第1の帯域の成分信号を抽出する第1の抽出過程と、

前記第 $i$ の帯域の成分信号と前記第 $i-1$ の帯域の復号信号との合成信号を符号化して第 $i$ の符号を求める第 $i$ の符号化過程と、

前記第1乃至第 $N$ の符号を前記各帯域ごとに分けて伝送する過程と、を有する音響符号化方法、

【請求項4】 第 $i-1$ の帯域での伝送誤りまたは欠落が第 $i$ の帯域における伝送誤りまたは欠落よりも少なくなるように誤り保護処理を行ってから、前記伝送する過程を実施する請求項3に記載の音響符号化方法、

【請求項5】 音響符号化による符号を格納したパケットを受信して前記符号を復号する音響復号化方法であって、

前記音響符号化は複数の階層を有するスケラブル符号化であって、前記パケットは前記階層ごとに設定されており、

パケット伝送におけるパケット損失の有無を検査する過程と、

パケット損失が検出されなかった階層ごとに、当該階層のパケットから符号を取り出して復号し、復号信号を得る過程と、

パケット損失が検出された階層に関しては無音として、

前記各復号信号を加算する過程と、

前記加算の結果に基づいて音響を再生する過程と、を有する音響復号化方法、

【請求項6】 音響符号化による符号を格納したパケットを受信して前記符号を復号する音響復号化方法であって、

前記音響符号化は複数の階層を有するスケラブル符号化であって、前記パケットは前記階層ごとに設定されており、

パケット伝送におけるパケット損失の有無を検査する過程と、

パケット損失が検出されなかった階層ごとに、当該階層のパケットから符号を取り出して復号し、復号信号を得る過程と、

パケット損失が検出された階層に関しては同一階層の直前及び直後の少なくとも一方の符号化フレームにおけるパケットでの復号結果を用いて復号信号とする過程と、

前記各復号信号を加算する過程と、

前記加算の結果に基づいて音響を再生する過程と、を有する音響復号化方法、

【請求項7】  $N$ を2以上の整数とし、 $j$ を1から $N$ までの各整数として、第 $j$ の符号における符号の誤りまたは欠落を検出する第 $j$ の符号検査過程と、

前記第 $j$ の符号における誤りも欠落も検出されなかった場合に、前記第 $j$ の符号を復号して第 $j$ の帯域の復号信号を求める第 $j$ の復号過程と、

誤りも欠落も検出されなかった各帯域の復号成分を帯域にわたり加算する加算過程と、

前記加算過程で求められた加算成分に基づいて音響信号を再生する音響信号再生過程と、を有し、

前記第 $j$ の符号はスケラブル符号化における第 $j$ の帯域に対応し、 $i$ を2から $N$ までの各整数として、第 $i$ の帯域は第 $i-1$ の帯域を含む、音響復号化方法、

【請求項8】 音響信号を符号化して伝送する音響符号化装置であって、

入力する音響符号に対してスケラブル符号化を行う手段と、

前記スケラブル符号化における各階層ごとに得られた符号をパケット化する手段と、

前記各階層のパケットを配信する手段と、を有する音響符号化装置、

【請求項9】 伝送前に、重要度の高い階層のパケットほど優先度が高くなるように誤り保護を行う手段をさらに有する請求項8に記載の音響符号化装置、

【請求項10】 音響信号を $N$  ( $N$ は2以上の整数)個の帯域ごとに符号化する音響符号化装置であって、

$i$ を2以上 $N$ 以下の各整数として、第 $i$ の帯域は第 $i-1$ の帯域を含み、

前記音響信号の第1の帯域の成分信号を抽出する第1の抽出器と、

前記第1の帯域の成分信号を符号化して第1の符号を求める第1の符号化器と、

第1乃至第 $i-1$ の符号に基づいて第 $i-1$ の帯域の復号信号を求める第 $i-1$ の復号器と、

前記音響信号の第1の帯域の成分信号を抽出する第1の抽出器と、

前記第  $i$  の帯域の底分信号と前記第  $i-1$  の帯域の復号信号との残差信号を符号化して第  $i$  の符号を求める第  $i$  の符号化器と、

前記第 1 乃至第  $N$  の符号を前記各帯域ごとに分けて伝送する手段と、を有する音響符号化装置、

【請求項 11】 音響符号化による符号を格納したパケットを受信して前記符号を復号する音響復号化装置であって、前記音響符号化は複数の階層を有するスケーラブル符号化であって、前記パケットは前記階層ごとに設定されており、

パケット伝送におけるパケット損失の有無を検査する手段と、

パケット損失が検出されなかった階層ごとに、当該階層のパケットから符号を取り出して復号し、復号信号を得る手段と、

パケット損失が検出された階層に関しては無音として、前記各復号信号を加算する手段と、

前記加算の結果に基づいて音響を再生する手段と、を有する音響復号化装置、

【請求項 12】 コンピュータに、音響信号を符号化して伝送する音響符号化を実施させるプログラムであって、

前記コンピュータに、入力する音響符号に対してスケーラブル符号化を行う処理と、

前記スケーラブル符号化における各階層ごとに得られた符号をパケット化する処理と、

重要度の高い階層のパケットほど優先度が高くなるように誤り保護を行う処理と、

前記各階層のパケットを配信する処理と、を実施させるプログラム、

【請求項 13】 コンピュータに、音響符号化による符号を格納したパケットを受信して前記符号を復号する音響復号化を実施させるプログラムであって、

前記音響符号化は複数の階層を有するスケーラブル符号化であって、前記パケットは前記階層ごとに設定されており、

前記コンピュータに、パケット伝送におけるパケット損失の有無を検査する処理と、

パケット損失が検出されなかった階層ごとに、当該階層のパケットから符号を取り出して復号し、復号信号を得る処理と、

パケット損失が検出された階層に関しては無音として、前記各復号信号を加算する処理と、

前記加算の結果に基づいて音響を再生する処理と、を実施させるプログラム、

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、音響符号化方法、復号化方法、符号化装置及び復号化装置に関し、特に、音響信号を入力とするスケーラブルによる音響符号化方法及び音響符号化装置と、それに対応する音響復号化方法及び音響復号化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】楽音信号または音声信号の符号化においては、従来、スケーラブル符号化技術が存在しなかったため、音声または楽音の符号ビット列をネットワーク経由で配信する場合には、非スケーラブル符号化によって配信していた。非スケーラブル符号化による配信では、配信する符号ビット列は、パケット配信による場合、1 符号化フレームを 1 パケットとしたり複数符号化フレームを 1 パケットとしたり、あるいは、1 符号化フレームを複数パケットにししたりして、パケット化が行われていた。また、パケットをインタリーブしたりパケット損失した場合には再送するなどの方法によってパケット損失に対する耐性を高める方法が考案されてきた。しかしながら、これらの従来の方法では、非スケーラブル符号化方式であるため、各パケットに含まれる情報は、入力信号を所定の時間領域で区切った信号系列の全帯域にわたる情報であり、したがって、あるパケットが損失すれば、そのパケットに含まれる全帯域の音が損失し、大きな雑音または歪となって表れる。すなわち、非スケーラブル符号化による音響信号の伝送は、聴感上は必ずしも好ましいものではなかった。

【0003】例えば、インターネット等において音声や楽音の符号ビット列をパケット化して配信することを考えると、ネットワーク上でトラフィックの集中による輻輳が発生した場合や受信パケットのジッタ取込に失敗した場合にはパケット損失による音質劣化が生じることになる。この音質劣化は、音切れやバーストノイズとなって現れ、非常に耳障りである。特に、インターネット上における VoIP (Voice over IP) やインターネットラジオ、インターネットテレビなどを使って音声や楽音などの音響信号を配信する際には、ライブ配信であることが重要であってパケット再生処理などを採用し難いので、このようなパケット損失は大きな問題となり、このパケット損失による音の劣化を抑制することができれば、心電よく音響信号を伝送することができる。

【0004】ところで、本発明者らは、特許第 3139602 号明細書（あるいは特開平 8-263096 号公報）において、復号品質や符号化圧縮率に選択性を持たせるスケーラブル符号化による音響信号の符号化方法として、ある帯域（第 1 帯域）の音響を符号化し、第 1 帯域よりも広い帯域の第 2 帯域の音響と第 1 帯域の符号化残差を符号化し、という一連の処理を繰り返す方法を提案している。この方法によれば、下位層（第 1 帯域層）と上位層とに異なる圧縮技術による符号化を適用した場合であっても、上位層までの復号信号において符号化品

質が低下せず、また、どの階層で復号しても聴感上の復号品質が製造と同一、という効果を奏する。

【0005】しかしながら、このようなスケラブル符号化であっても、従来の方法では、パケット損失等があった場合に、聴感上かなり大きな音質劣化が生じることがある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、非スケラブル符号化方法により音響信号を符号化し、さらに符号化された信号をパケット化した場合には、伝送時のパケット損失などにより音切れやバーストノイズが現れるという問題がある。スケラブル符号化方法を用いた場合であっても、パケット損失により音質劣化が生じ得る。そこで、パケット損失時にも音質があまり劣化しない符号化方式やパケット伝送方式が要望されている。

【0007】本発明の目的は、スケラブル符号化を適用するとともに、パケット損失が発生するような状況においても音質劣化が抑制されるか、または音質劣化が抑制されるように送信パケットの誤り保護対象や誤り保護の強さを制御できる、音響符号化方法及び音響符号化装置と、それに対応する音響復号化方法及び音響復号化装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の音響符号化方法は、音響信号を符号化して伝送する音響符号化方法であって、入力する音響信号に対してスケラブル符号化を行い、スケラブル符号化における各階層ごとに得られた符号をパケット化し、各階層のパケットを配信する。ここで、重要度の高い階層のパケットほど優先度が高くなるように誤り保護処理を行ってから各階層のパケットを配信するようにすることが好ましい。

【0009】本発明の第2の音響符号化方法は、音響信号を $N$  ( $N$ は2以上の整数)個の帯域ごとに符号化する音響符号化方法であって、 $i$ を2以上 $N$ 以下の各整数として、第1の帯域は第 $i-1$ の帯域を含み、音響信号の第1の帯域の成分信号を抽出する第1の抽出過程と、第1の帯域の成分信号を符号化して第1の符号を求める第1の符号化過程と、第1乃至第 $i-1$ の符号に基づいて第 $i-1$ の帯域の復号信号を求める第 $i-1$ の復号過程と、音響信号の第 $i$ の帯域の成分信号を抽出する第 $i$ の抽出過程と、第 $i$ の帯域の成分信号と第 $i-1$ の帯域の復号信号との複合信号を符号化して第 $i$ の符号を求める第 $i$ の符号化過程と、第1乃至第 $N$ の符号を前記各帯域ごとに分けて伝送する過程と、を有する。ここで、第 $i-1$ の帯域での伝送誤りまたは欠落が第 $i$ の帯域における伝送誤りまたは欠落よりも少なくなるように誤り保護処理を行ってから、伝送する過程を実施することが好ましい。

【0010】本発明の音響復号化方法は、音響符号化に

よる符号を格納したパケットを受信して前記符号を復号する音響復号化方法であって、音響符号化は複数の階層を有するスケラブル符号化であって、パケットは階層ごとに設定されており、パケット伝送におけるパケット損失の有無を検査する過程と、パケット損失が検出されなかった階層ごとに、当該階層のパケットから符号を取り出して復号し、復号信号を得る過程と、パケット損失が検出された階層に関しては無音として、各復号信号を加算する過程と、加算の結果に基づいて音響を再生する過程と、を有する。

【0011】本発明の第1の音響符号化装置は、音響信号を符号化して伝送する音響符号化装置であって、入力する音響信号に対してスケラブル符号化を行う手段と、スケラブル符号化における各階層ごとに得られた符号をパケット化する手段と、各階層のパケットを配信する手段と、を有する。ここで、伝送前に、重要度の高い階層のパケットほど優先度が高くなるように誤り保護を行う手段をさらに設けることが好ましい。

【0012】本発明の第2の音響符号化装置は、音響信号を $N$  ( $N$ は2以上の整数)個の帯域ごとに符号化する音響符号化装置であって、 $i$ を2以上 $N$ 以下の各整数として、第1の帯域は第 $i-1$ の帯域を含み、音響信号の第1の帯域の成分信号を抽出する第1の抽出器と、第1の帯域の成分信号を符号化して第1の符号を求める第1の符号化器と、第1乃至第 $i-1$ の符号に基づいて第 $i-1$ の帯域の復号信号を求める第 $i-1$ の復号器と、音響信号の第 $i$ の帯域の成分信号を抽出する第 $i$ の抽出器と、第 $i$ の帯域の成分信号と前記第 $i-1$ の帯域の復号信号との複合信号を符号化して第 $i$ の符号を求める第 $i$ の符号化器と、第1乃至第 $N$ の符号を前記各帯域ごとに分けて伝送する手段と、を有する。を有する音響符号化装置。

【0013】本発明の音響復号化装置は、音響符号化による符号を格納したパケットを受信して符号を復号する音響復号化装置であって、音響符号化は複数の階層を有するスケラブル符号化であって、パケットは前記階層ごとに設定されており、パケット伝送におけるパケット損失の有無を検査する手段と、パケット損失が検出されなかった階層ごとに、当該階層のパケットから符号を取り出して復号し、復号信号を得る手段と、パケット損失が検出された階層に関しては無音として、各復号信号を加算する手段と、加算の結果に基づいて音響を再生する手段と、を有する。

【0014】すなわち、本発明では、音声または楽器の符号ビット列をパケット化して配信する場合には、スケラブル符号化によって符号情報を階層化し、各階層ごとに符号ビット列を独立してパケット化し配信する。この方法によって、一部分の配信パケットが損失しても、音が途切れたり、大きな歪や雑音が発生することとはほとんどなくなる。さらに、このようにしてスケラブル符号

ビット列を送る際に、人の聴覚に聞こえやすい主要な音を含む階層のパケットを重点的に誤り保護したり、階層に優先順位をつけて、重要度の高い階層のパケットに強い誤り保護を実施することによって、さらにパケット損失時の音質劣化を小さく抑えることができる。

【0015】本発明において、パケット損失は、所定の遅延時間内に受信側にパケットが到達しないことも含まれる。

【0016】

【発明の実施の形態】次に、本発明の好ましい実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0017】本発明の音響符号化方法では、スケーラブル符号化を採用するとともに、スケーラブル符号化での階層ごとにパケット化を行う。その結果、パケット損失があったとしても、同一の符号化フレームに属する複数のパケットが同時に損失することは稀であると考えられるため、いずれかの帯域の波形が残ることとなり、著しい音質劣化を防止することができる。さらに、最も重要な音響成分を含む帯域に対応するパケットを、伝送誤りやパケット消失に対して高い優先度で伝送するようにすれば、最も重要な音響成分に対応するパケットにおける伝送誤りやパケット消失が防止され、それ以外のパケットにおいて伝送誤りやパケット消失が発生したとしても、聴感上、ほとんど音質が劣化していないように感じられるようになる。

【0018】スケーラブル符号化における階層数としては適宜の値を採用することができる。ここでスケーラブル符号化における階層数を $N$ とおくと（ただし $N \geq 2$ ）、本発明に基づく音響符号化方法では、具体的に、 $1 \leq i \leq N$ の各整数とし、入力する音響信号を第 $i$ の帯域が第 $i-1$ の帯域を含むように $N$ 個の帯域に分割するものとして、音響信号の第 $i$ の帯域の成分信号を符号化して第 $i$ の符号を求める第 $i$ の符号化過程と、第 $i$ の符号〜第 $i-1$ の符号に基づいて第 $i-1$ の帯域の復号信号を求める第 $i-1$ の復号過程と、音響信号の第 $i$ の帯域の成分信号を抽出する第 $i$ の抽出過程と、第 $i$ の帯域の成分信号と第 $i-1$ の帯域の復号信号との差分信号を符号化して第 $i$ の符号を求める第 $i$ の符号化過程とを実行するとともに、必要に応じて第 $i-1$ の帯域での伝送誤りまたは欠落が第 $i$ の帯域の伝送誤りまたは欠落よりも少なくするように、このように得られた $N$ 個の符号（第 $i$ の符号〜第 $N$ の符号）に対して伝送処理を行う。なお、第 $i-1$ の復号過程を実行する際、 $i > 2$ であれば、この時点で第 $i-2$ の帯域の復号信号が求められていれば、スケーラブル符号化における符号の階層性により、第 $i-1$ の符号のみを復号して得た信号に対して第 $i-2$ の帯域の復号信号を加算することにより、第 $i-1$ の帯域の復号信号を得ることができる。また、第 $i$ の符号化過程で用いる圧縮技術、第 $2$ の符号化過程で

用いる圧縮技術、…、第 $N$ の符号化過程で用いる圧縮技術は、それぞれ、異なるものであってもよい。階層符号化の考え方からすれば、各階層に応じて最適な符号化方法、圧縮方法が採用されるべきである。

【0019】図1は、本発明に基づく音響符号化方法を説明する図であり、ここでは、スケーラブル符号化を例として3階層で表している。音の主要な帯域を網羅する階層を主要階層 $A$ とし、その補助的な階層を $B$ 、 $C$ とする。音の主要な帯域とは、音声を主とする音源の場合には、例えば、 $0 \sim 4 \text{ kHz}$ 程度の帯域であり、音楽（あるいは楽器）を主とする音源の場合には、例えば、 $0 \sim 8 \text{ kHz}$ 程度である。補助階層 $B$ は主要階層 $A$ の帯域を完全に含み、補助階層 $C$ は補助階層 $B$ の帯域を完全に含んでいる（したがって補助階層 $C$ は主要階層 $A$ の帯域も完全に含んでいる）。もちろん、スケーラブル符号化における階層数は2以上であればいくつであってもよい。

【0020】入力信号（音響信号）から所定の時間間隔（符号化フレーム単位）で波形を切り出し（ステップ101）、スケーラブル符号化を実行する（ステップ102）。スケーラブル符号化としては、上述した特許第3139602号明細書に開示されたような処理を用いることができる。ここでは入力信号のパワースペクトルが階層 $A \sim C$ に対応して図示200に示すようになっているとする。なお、このパワースペクトルにおいて、階層 $A$ の領域に細長く位置する階層 $B$ の領域は、階層 $A$ を符号化した後の符号化誤差に対応している。

【0021】スケーラブル符号化によって、原音から符号化フレーム単位で切り出された波形が符号化され、主要階層 $A$ から符号ビット列 $A$ が生じ、補助階層 $B$ から符号ビット列 $B$ が生じ、補助階層 $C$ から符号ビット列 $C$ が生じる。これらはスケーラブルなビット列となる。

【0022】このように得られた符号ビット列は、次に、パケット化される（ステップ103）。このスケーラブルな符号ビット列をパケット化する際には、各階層ごとに独立したパケットとする。その結果、符号ビット列 $A \sim C$ に対してパケット $A \sim C$ が得られる。このようにして得られたパケット $A \sim C$ は、後述するように必要に応じて誤り保護を行った上で（ステップ104）、伝送路110上へ送出され伝送される（ステップ105）。階層 $A \sim C$ ごとに独立したパケットとしているので、伝送路110上においても、これらのパケット $A \sim C$ が階層ごとに独立して伝送されることになる。このようなパケットは、インターネットなどの回線を經由して受信側に到達する。

【0023】なお、ここでは、主要階層 $A$ 、補助階層 $B$ 、 $C$ の全てのパケットについて送信するようにしているが、全ての階層のパケットを伝送するのではなく、主要階層から予め定めた階層までのパケットを送信することも可能である。受信側での処理については後述するが、受信側においても、受信した全てのパケットに基づ



いて復号化を行うのではなく、必要とする音質に応じ、主要階層から予め定めた階層までのパケットを用いて復号化を行い音を再生することが可能である。また、上述の説明では、1符号化フレーム単位でパケット化するものとしているが、2〜3符号化フレームでパケット化を行うようにしてもよい。また、パケットA〜Cをそれぞれ独立して伝送するものとしているが、主要階層Aの符号と補助階層Bの符号をあわせて1パケットとし、補助階層Cの符号を1パケットとするように、複数の階層の符号から1パケットを生成してもよい。該数の階層の符号から1パケットを生成する場合、全ての階層の符号を1パケットとしたのでは、パケット損失が起きたときに重大な音質劣化が生じることとなるから、階層数より生成するパケット数は少なくてもよいもの、入力音響信号における同一時間帯に対して複数のパケットが生成するようにする。

【0024】パケット配信の際には、ネットワーク上でトラヒックの集中による輻輳が発生したり、受信パケットのジッタ吸収に失敗するなど、パケットが損失する場合がある。このようなパケット損失がある場合、普通の非スケラブル符号化方式では、1符号化フレームまたは複数の符号化フレームを1パケットとしてパケット化し、これらのパケットは全帯域の情報を含んでいる。パケット損失のある符号化フレーム部分は、全帯域が消失してしまい、音質が著しく劣化する。しかしながらこの実施の形態の場合、1符号化フレームを構成するパケットA、パケットB、パケットCが同時に全て損失することは稀であると考えられるため、図2(a)〜(c)に示すように、どこかの帯域の波形が損失せずに残ることとなる。したがって、音質が著しく劣化することはほとんどない。図1にパワースペクトルを示した音響信号をスケラブル符号化して伝送したとして、図2(a)は主要階層Aのパケットが損失したときのパワースペクトルを示し、図2(b)は補助階層Bのパケットが損失したときのパワースペクトルを示し、図2(c)は補助階層Cのパケットが損失したときのパワースペクトルを示している。

【0025】ここで述べた例では、スケラブル符号化の特性により、主要階層Aに対応するパケットAが損失せずに残っていれば、他の階層のパケット(パケットB、C)が損失しても音質はほとんど劣化しないことになる。そこで、図1におけるステップ104の誤り保護を実施するとともに、誤り保護においては、重要な階層のパケットについては伝送路においてより損失しにくくなるように、各階層ごとにパケットに優先順位を設定するようにするとよい。ここで述べた例で言えば、音響信号の主要な要素を構成するパケットAは優先度大とし、次に主要なパケットBは優先度中とし、最も補助的なパケットCは優先度小とする。そして、このような優先度に基づいて、優先度の高いパケットAに対しては高度の

誤り保護を行って、受信側におけるパケット損失の割合が極めて小さい所定の値以下となるようにし、優先度が中程度のパケットBに対しては中程度の誤り保護を行って、受信側におけるパケット損失の割合が誤り保護を行わない場合よりも小さい誤りパケットAの場合よりも大きくなるようにする。優先度が低いパケットCに対しては、軽度の誤り保護を行うか誤り保護を行わないようにする。あるいは、QoS(Quality of Service)技術などの利用により、パケットAについては早く目的地に到達するように優先度を高くし、パケットCはゆっくり到達してもよいものと設定するような方法もある。

【0026】伝送路上などでエラーが発生した場合に受信側におけるパケット損失を防ぐ誤り保護の手法としては、冗長符号や再送などの各種のものが知られており、本発明では、適宜の誤り保護の手法を用いることができる。例えば、「損失パケット」を「ある遅延時間(例えば500ミリ秒)で受信側へ到達できなかったパケット」とするならば、最重要の階層である第1の階層(ここでの主要階層A)についての再送要求信号を受信側から送信側へ送ってそのパケットを再送させる。あるいは、二重、三重のパケット送信を行うなどの手法がある。また、第1の階層のみ、エラー再送や誤り訂正処理などを組み込んだプロトコルであるTCP(transmission control protocol)を用いて伝送し、他の階層(ここでの補助階層B、C)についてはエラー再送や誤り訂正処理などを含まないプロトコルであるUDP(user datagram protocol)を用いて伝送する手法もある。さらに、例えば、特許第3212123号明細書(あるいは特開平5-281998号公報)に記載されているように、訂正能力、検出能力が異なる複数の誤り訂正符号器や誤り訂正復号器を用い、第1の階層のパケットに対しては、例えばリードソロン符号など、訂正能力、検出能力が高い誤り訂正符号化を行い、第2の階層(ここでの補助階層B)については、第1の階層で用いたものよりも訂正能力、検出能力が劣る、例えばBCH(Bose-Chaudhuri-Hocquenghem)符号などを用いて誤り訂正符号化を行い、第3の階層(ここでの補助階層C)については誤り訂正符号化を行わないなどの方法もある。パケットAのみ高速で確実な専用線などを経由して伝送し、パケットB、Cはある程度の遅延や誤りを許すインターネットなどを経由して伝送する、という方法も明記。

【0027】図3(a)〜(c)は、図1にパワースペクトルを示した音響信号をスケラブル符号化して伝送したとして、このような誤り保護を行った場合の受信側で得られるパワースペクトルを示している。図3(a)はパケットBとパケットCが損失した場合を示し、図3(b)はパケットCが損失した場合を示し、図3(c)はパケットBが損失した場合を示している。主要な帯域に対するパケットAはなるべく損失しないように保護されるため、パケット損失が発生したとしても主要な帯域

は波形は残存し、したがって、音質はほとんど劣化しなくなる。

【0028】次に、このような誤り保護について説明する。ここでは、3階層スケラブル符号化によって、スケラブルな階層構造を持つ符号ビット列を各階層ごとにパケット化して配信する場合に、パケット損失が生じてもあまり音質が劣化しないようにするための構成を説明する。図4(a)に示すように、ネットワーク10に送信側(符号化装置)11と受信側(復号化装置)12が接続されているものとする。

【0029】図4(b)に示すように、まず、音響信号符号パケットを配信する前に、何らかの方法で送信側または受信側または送受信間でネットワーク10の混み具合を調査、予想し(ステップ131)、パケット損失推定値を得る(ステップ132)。ネットワークの混み具合とは、ネットワーク中で、どの程度、通信が占有されているかを示すパラメータであり、例えば、TCPプロトコルを使用している場合であれば、送信側と受信側の間でパケットを監視したり、あるいは、本套の送信の前にはテストパケットを配信し受信側に至るまでにどれくらいの割合で欠落するかを概算する方法などによって、予測することができる。ネットワークの混み具合を受信側で調査する場合には、受信側から送信側に向けて調査結果を通知する。そして、推定されたパケット損失率に応じて、スケラブル符号化の各階層に対し、受信側への受信成功確率が指定値以上に保証されるように誤り保護を設定し(ステップ133)、各階層のパケットを、そのような設定値に基づいて誤り保護情報を与えてから配信する(ステップ134)。

【0030】具体的な数値で例を示すと、ここでは簡単のため、(誤り保護処理以前の)全パケットのパケットサイズが同一であるとして、平均パケット損失率推定値が15%以下であるときには、パケットの受信側への受信成功確率において、主要階層Aのパケットを99%以上、補助階層Bのパケットを95%以上、補助階層Cのパケットを91%以上で保証されるようにしたり、あるいは、平均パケット損失率推定値が16%以上55%以下であるときには、パケットの受信側への受信成功確率において、主要階層Aのパケットを95%以上、補助階層Bのパケットを80%以上、補助階層Cのパケットを70%以上で保証するようにする、などの指定を行う。

【0031】そして送信終了かどうかを判断し(ステップ135)、送信終了であれば処理を終了し、送信終了でなければ、次のパケットに誤り保護情報を与えてそのパケットを送出するために、ステップ134に戻る。

【0032】このような誤り保護処理を行うことにより、主要階層の音質が優先的に保護される仕組みが達成できるため、受信側でデコードする際に、上述したパケット損失率の推定値程度のパケット損失が発生したとして

も、音質の劣化の度合いを小さくすることができる。

【0033】パケットの受信成功後に優先順位を与える場合に、誤り保護情報により、受信側においてある遅延条件の範囲内でほぼ100%に近似できるように受信成功確率を保証できるように通信プロトコルを使用する場合を想定する。その場合は、そのように誤り保護情報が与えられたパケットは、実質的に必ず受信に成功できるものとみなすことができよう。その場合も、上述の誤り保護処理の例と同様の過程を経て、パケット配信前に平均パケット損失率推定値を求め、パケット損失が発生することが予想される場合には、主要階層Aのパケットについては受信成功確率が100%に近似できるように値となるように誤り保護情報を与え、その他のパケットBとCにおいてパケット損失が発生するように、パケット損失状態をコントロールする。例えば、平均パケット損失率推定値が15%以下であるときには、主要階層Aのパケットは実質的に損失しないように保証し、補助階層Bが95%以上、補助階層Cが90%以上のパケットの受信成功確率となるように、配信パケットに誤り保護情報を与えて配信する。あるいは、平均パケット損失率推定値が16%以上55%以下であるときには、主要階層Aのパケットは損失しないように保証し、補助階層Bが85%以上、補助階層Cが70%以上のパケットの受信成功確率となるように配信パケットに誤り保護情報を与えて配信する。

【0034】このような誤り保護を実行することによって、主要階層Aのパケットが確実に保護され、伝送路上でたとえパケット損失が発生しても、前述の図3(a)～(c)に示すように、主要部分(帯域)の音質は劣化を免れるため、良好な品質が保たれる。

【0035】次に、上述したような音響符号化を行う音響符号化装置について説明する。このような音響符号化装置は、具体的に、例えば、スケラブル符号化における階層数Nとおくと(ただし $N \geq 2$ )、 $i = 2 \leq i \leq N$ の各整数とし、入力する音響信号を第iの帯域が第i-1の帯域を含むようにN個の帯域に分割するものとして、音響信号の第1の帯域の成分信号を抽出する第1の抽出器と、第1の帯域の成分信号を符号化して第1の符号を求める第1の符号化器と、第1の符号～第i-1の符号に基づいて第i-1の帯域の復号信号を求める第i-1の復号器と、音響信号の第1の帯域の成分信号を抽出する第iの抽出器と、第1の帯域の成分信号と第i-1の帯域の復号信号との差信号を符号化して第iの符号を求める第iの符号化器と、各階層の符号(第1乃至第Nの符号)をそれぞれパケット化するパケット化器と、これらのパケットを伝送路に送出する多重化部とを備えている。第i-1の復号器は合計N-1個設けられ、第1の抽出器も合計N-1個設けられ、第1の符号化器も合計N-1個設けられ、パケット化器は合計N個設けられる。さらに、上述したような誤り保護を行うの

であれば、各階層に列設してそれぞれのバケットに対して誤り保護処理を行う誤り保護部（合計N個）を設け、第1～1の帯域での伝送誤りまたは欠落が第1の帯域の伝送誤りまたは欠落よりも少なくなるように、各誤り保護部で誤り保護の処理を行う。

【0037】図5は、 $N=3$ すなわち上述した例における3階層のスケラブル符号化を行う場合に用いられる音響符号化装置の具体的な構成を示している。ここでは、音響の主要な帯域に対応して第1の帯域（主要階層Aの帯域）が設定され、第1の帯域を含むように第1の帯域より広い第2の帯域（補助階層Bの帯域）が設定され、第2の帯域を含むように第2の帯域より広い第3の帯域（補助階層Cの帯域）が設定されているものとす

る。

【0037】この音響符号化装置は、「入力信号（音響信号）から波形切り出しを行って符号化フレームを得る切り出し部21と、第1の帯域（主要階層Aの帯域）の成分信号を抽出する第1の抽出器22と、第1の帯域の成分信号に対して符号化を行い第1の符号を得る第1の符号化器23と、第1の符号を復号して第1の帯域の復号信号を得る第1の復号器24と、第2の帯域（補助階層Bの帯域）の成分信号を抽出する第2の抽出器25と、第2の帯域の成分信号から第1の帯域の復号信号を差し引くことにより残差信号を生成する減算器26と、減算器26で得られた残差信号に対して符号化を行い第2の符号を得る第2の符号化器27と、第2の符号化器27から出力される第2の符号を復号する第2の復号器28と、上述の第1の帯域の復号信号と第2の復号器28の出力信号を加算して第2の帯域の復号信号とする加算器29と、第3の帯域（補助階層Cの帯域）の成分信号を抽出する第3の抽出器30と、第3の帯域の成分信号から第2の帯域の復号信号を差し引くことにより残差信号を生成する減算器31と、減算器31で得られた残差信号に対して符号化を行い第3の符号を得る第3の符号化器32と、第1の符号をバケット化する第1のバケット化器33と、第2の符号をバケット化する第2のバケット化器34と、第3の符号をバケット化する第3のバケット化器35と、第1のバケット化器33の出力バケットに対して誤り保護処理を行う第1の誤り保護部36と、第2のバケット化器34の出力バケットに対して誤り保護処理を行う第2の誤り保護部37と、第3のバケット化器35の出力バケットに対して誤り保護処理を行う第3の誤り保護部38と、各誤り保護部36～38での誤り保護処理のレベルを設定する誤り保護制御部39と、誤り保護処理がなされた各階層のバケットを多重化して伝送路上に送出する多重化部40とを備えている。各誤り保護部36～38には、第1の帯域のバケットに対して最も優先度の高い誤り保護がなされ、第2の帯域のバケットに対して次の順位の優先度の誤り保護がなされ、第3の帯域のバケットには最も優先度の低い誤り保

護がなされる（誤り保護を実行しない場合も含む）ように、誤り保護制御部39によって誤り保護処理のレベルが設定される。

【0038】次に、ここで述べたように送信側において音響符号化がなされたとして、受信側での復号処理について説明する。

【0039】受信側では、伝送路からバケットを受取ると、まず、各階層ごとにバケットを仕分ける。そして、階層ごとに、バケットを検査し、誤り保護情報が付加されている場合には誤り抽出や誤り訂正を行い、その階層の符号を得る。そして、各階層の符号を復号し、各復号信号を加算して音響信号に再生することにより、出力音響信号を得る。このとき、バケット損失（制限時間までに受信側へ到着しない未着バケットや誤り訂正で訂正できない誤りがあるバケット）があったときは、バケット損失のあった階層だけはバケットがなかったものとして扱い、したがって、各復号信号を加算する場合にもその階層は加算対象とされないようにする。すなわちその階層については無音であったものとする。このように処理しても、図2あるいは図3を用いて説明したように、残りの階層の波形から音響信号が再生されることになるので、出力音響信号における著しい音質の劣化は避けられる。特に、主要階層のバケットについて十分な誤り保護がなされている場合には、その主要階層のバケットは損失となることが実質的になく、したがって、バケット損失に伴う音質の劣化が著しく軽減される。ここでは、バケット損失があった階層は無音信号と説明したが、バケット損失があった場合に、その階層の直前の符号化フレームのバケットを再度用いるようにしてもよいし、その階層の直前の符号化フレームのバケットと直後の符号化フレームのバケットの相加平均を求めてその相加平均の信号列を用いるようにしてもよい。

【0040】このような音響復号化装置は、スケラブル符号化における階層数がNであって上述したように音響信号がN個の帯域に分割されているものとして（ただし $N \geq 2$ ）、 $j$ を $1 \leq j \leq N$ の各整数とすると、第jの符号における符号の誤りまたは欠落を検出する第jの符号検査部と、誤りも欠落も検出されなかった場合にその第jの符号を復号して第jの帯域の復号信号を求める第jの復号器と、誤りも欠落も検出されなかった第jの帯域の復号信号を帯域にわたり加算する加算器と、加算器によって求められた加算成分に基づいて音響信号を再生する音響信号再生部とを備えている。

【0041】 $N=3$ であるとするとき、このような音響復号化装置は、図6に示すように、受信信号中のバケットを各階層に分類する符号分離器51と、第1の階層のバケットについて誤りや欠落の検査を行う第1の符号を取り出す第1の符号検査部52と、第1の符号検査部52において誤りも欠落も検出されなかった場合にその第1の符号を復号して第1の帯域の復号信号を求める第1の



復号器５と、第２の階層のパケットについて誤りや欠落の検査を行い第２の符号を取り出す第２の符号検査部５４と、第２の符号検査部５４において誤りも欠落も検出されなかった場合にその第２の符号を復号して第２の帯域の復号信号を求める第２の復号器５５と、第３の階層のパケットについて誤りや欠落の検査を行い第３の符号を取り出す第３の符号検査部５６と、第３の符号検査部５６において誤りも欠落も検出されなかった場合にその第３の符号を復号して第３の帯域の復号信号を求める第３の復号器５７と、第１乃至第３の帯域の復号信号を帯域にわたり加算する加算器５８と、加算器５８での加算結果に基づき音響信号再生処理を行う音響信号再生部５９とを備えている。ただし、加算器５８においては、利用者の必要に応じて、階層Ａの復号信号のみを使用したり、階層ＡとＢを加算した復号信号を使用したり、階層Ａ、Ｂ、Ｃの全てを加算した復号信号を使用したりすることができ、

【００４２】以上、本発明の好ましい実施の形態について説明したが、上述した音響符号化装置および音響復号化装置は、ハードウェア構成とすることもでき、汎用のコンピュータやマイクロプロセッサなどを用い、ソフトウェアによって構成することもできる。

【００４３】すなわち、音響符号化装置、音響復号化装置とも、上述した音響符号化方法、音響復号化方法を実行するためのプログラムを、マイクロプロセッサなどを含む例えばパーソナルコンピュータなどのコンピュータに読み込ませ、そのプログラムを実行させることによっても実現できる。音響符号化方法、音響復号化方法を行うためのプログラムは、ＣＤ－ＲＯＭや不揮発性メモリなどの記録媒体によって、あるいはネットワークを介してコンピュータに読み込まれる。このコンピュータは、例えば、マイクロプロセッサなどのＣＰＵと、プログラムやデータを格納するためのメモリと、音響信号などが入出力する入出力装置と、ネットワークとの接続を行うネットワークインタフェースと、記録媒体を読み取る読み取り装置とから構成されている。メモリ、入出力装置、ネットワークインタフェース及び読み取り装置は、いずれもＣＰＵに接続している。この計算機では、音響符号化や音響復号化を行うためのプログラムを記録媒体やネットワークから読み出してメモリ上に展開し、そのプログラムをＣＰＵが実行することにより、上述したような音響符号化あるいは音響復号化が実行される。

【００４４】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、音響信号をスケーラブル符号化で符号化するとともに、スケーラブル符号化での各階層に対応するパケットを階層ごとに分けられた形で配信するため、パケット損失が生じた場合に著しい音質劣化を被ることを防止できるという効果

がある。また、重要階層のパケットに対しては十分な誤り保護を行うことにより、パケット損失が発生したとしても、音質の低下を最小限にとどめることができるようになる。したがって、本発明によれば、インターネットなどの様々な回線でパケット化した音声または音声データを配信する際に、音切れや劣化の感じられない伝送を行なうことが期待できる。特に、インターネットラジオ放送、インターネットテレビ放送などにおけるライブ番組や、インターネット電話、インターネット会議システムなど、リアルタイム伝送が要求される通信システムでは、パケット損失が生じた場合に再送ができないため、本発明によって、損失パケットを再送しなくても品質の劣化しない、またはほとんど劣化の感じられないライブ通信の実現が期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施の一形態の音響符号化方法を説明する図である。

【図２】（ａ）～（ｃ）は、各階層のパケットが損失したときの再生音スペクトルを示す図である。

【図３】（ａ）～（ｃ）は、主要階層Ａに対応するパケットに対して高度の誤り保護を行った場合に他の階層のパケットが損失したときの再生音スペクトルを示す図である。

【図４】（ａ）はネットワーク構成を示すブロック図であり、（ｂ）は誤り保護情報を設定する場合の手順を示すフローチャートである。

【図５】本発明の実施の一形態の音響符号化装置を説明するブロック図である。

【図６】本発明の実施の一形態の音響復号化装置を説明するブロック図である。

【符号の説明】

- １０ ネットワーク
- １１ 送信側
- １２ 受信側
- ２１ 切り出し部
- ２２、２５、３０ 抽出器
- ２３、２７、３２ 符号化器
- ２４、２８、５３、５５、５７ 復号器
- ２６、３１ 減算器
- ２９、５８ 加算器
- ３３～３５ パケット化部
- ３６～３８ 誤り保護部
- ３９ 誤り保護制御部
- ４０ 多重化部
- ５１ 符号分離器
- ５２、５４、５６ 符号検査部
- ５９ 音響信号再生部
- １１０ 伝送路